

Çeşitli Dalga
Boylarında
Uzay



**GÖRÜNEN VE
GÖRÜNMEYEN
EVREN**

Gök yüzü, binlerce yıllık bir dönem boyunca insanlar için büyük bir gizem ve merak kaynağı olmuştur. Bununla beraber, son yıllara kadar uzay hakkında bildiklerimiz, insan gözünün görebildiği dar bir radyasyon penceresi olan "görünür ışık" ile sınırlıydı. Kısaca, "görünür ışığa bağımlı" olduğumuz söylenebilirdi. Oysa, görünür ışığın dışında, evrende gözümüze görünmeyen daha kısa ya da uzun dalga boylarında elektromanyetik ışımaya yapan pek çok gök cismi vardır.

Görünür ışıktan daha uzun dalga boyu bölgesinde kızılötesi ışınları, mikrodalgalar ve radyo dalgaları yer almaktadır. Daha kısa dalga boyları bölgesinde ise morötesi ışınlar, X ışınları ve gamma ışınları yer alırlar. Bu dalgaların tümü elektrik ve manyetik alanların karşılıklı etkileşimleri sonunda meydana geldikleri için, bunlara "elektromanyetik radyasyon" adı verilmiştir.

Uzaydaki bir çok cisim, görünür ışık penceresinin dışında radyasyon yaymaktadır. Ayrıca, içinde yaşadığımız Samanyolu gökadamızın merkezi gibi bazı yerlerde, görünür ışık, bize ulaşmada etrafı yoğun olarak kaplayan toz ve gaz bulutları engelli ile karşı karşıyadır. Evrenin doğru ve tam bir "resmini" elde edebilmek için, diğer dalga boylarındaki radyasyona duyarlı olan özel duyaçlar kullanmamız, sadece görünür ışıkla yetinmememiz gerekmektedir; yani kısaca, görünür ışığa bağımlılığımızı aşip, elektromanyetik yelpazenin (elektromanyetik spektrum) diğer bölgelerindeki ışımaları da incelemeliyiz. Sadece görünür ışığı algılayabilmeyi, bir Van Gogh tablosunu siyah-beyaz izlemeye veya Beethoven'ın bir konçertosunu sadece piyanonun la ve sol seslerini atabilen kulakla dinlemeye benzetebiliriz.

Optik pencerenin dışına çıkışımız, büyük astronom William Herschel'in, güneşin yaydığı "kızılötesi ışınlar"ı 1800 yılında, basit bir termometre kullanarak keşfetmesine kadar gider. Ancak, görünür ışığın dışındaki ışımaları gerçekten duyarlı araçlara ancak 20. yüzyılda kavuşabildik. Bu konudaki bir diğer sorun da, dünyamız atmosferinin optik pencere dışındaki görünmeyen dalgaların çoğunu tutarak, bize ulaşmasını engellemesidir. Kızılötesi, morötesi, X ışınları ve gamma ışınları yayan milyonlarca gök cismi, ancak dünya atmosferinin dışında ve uygun araçlarla algılanabilirler. Bu yüzden, optik-dışı dalga boylarındaki gerçek gözlemlere, ancak uzay çağında, yani dünya yörüngesine keşif uydularının yerleştirilebilmesi sonrasında başlanabildiği.

"Görünmeyen Evren"in incelenmesi sonunda, uzayın, tahminlerin çok ötesinde ilginç ve karmaşık olduğu anlaşıldı. "Beyaz Cüce" denilen çökmüş yıldızlar, 1 cm³'ünde 1 milyar ton madde taşıyan, atom çekirdeği kadar yüksek yoğunluklu "Nötron Yıldızları", ışığı yutan "Karadelikler" keşfedildi. Uydula-

rın gönderdiği değişik bilgilerin değerlendirilmesiyle, yıldızların oluşumu ve milyarlarca yıl süren evrimleri hakkında tutarlı görüşler edinebildik. Bizden binlerce ışık yılı uzaklıktaki gökadalari, kuazarları, diğer ilginç yeni gök cisimlerini inceleyebildik. Ulaştığımız sonuçların belkide en etkileyici olanı, tüm bu gözlemlerin bizlere bizzat evrenin doğuşu ve sonunda onu nelerin beklediği konularında da güvenilir bilgiler sunmasıydı.

Işımasının çoğunu spektrumun dar bir bölgesinde yapan güneş benzeri gök cisimleri varsa da, çoğu gök cismi daha geniş bandlarda enerji yayıyor ve böylelikle değişik dalga boylarında farklı yönlerini ele verirler, farklı karakterlerde görünürler. Bugün, bir gök cisminin "doğru" ve tam bir tanımını edinebilmek ve bütünüyle kavrayabilmek için, elektromanyetik yelpazenin tümünden alınan bilgileri birleştirmek gerektiğini anlıyoruz.

DUYAÇLAR VE KAYIT ARAÇLARI

Herschel'in bir termometre yardımıyla kızılötesini keşif dışında, uzaydan algıladığımız ilk görünmeyen radyasyon türü, radyo dalgaları oldu. Uzaydan gelen radyo dalgaları, ilk kez 1930'lu yıllarda Amerikalı mühendis Karl Jansky tarafından keşfedildi. 1940'lara doğru bir başka Amerikalı araştırmacı, Grote Reber, ilk parabolik radyo teleskobunu, evrinin arka bahçesinde kurarak gök yüzünü taradı. Daha sonraları II. Dünya Savaşı boyunca radar teknolojisinin meydana gelen gelişmeler, savaş sonrasında radyo gözlemleri çalışmalarında büyük gelişmelere kaynaklık etti ve uzaydan gelen radyo dalgalarının incelenmesi çalışmalarını hızlandırdı. Günümüzde, farklı dalga boylardaki radyo dalgaları yardımıyla gök yüzünü incelemek amacıyla, irili ufaklı yüzlerce radyo teleskop anteni çalışma halindedir. Bu antenlerin en büyüğü, Cornell Üniversitesi'nce işletilen Porto Rico'daki Arecibo Gözlemevi'dir. Burada, yaklaşık 300 m genişliğindeki doğal bir çanak-vadi, yansıtıcı bir yüzey ile kaplanıp büyük bir radyo teleskobu döndürülmüştür.

Kızılötesi ışınların büyük bir bölümü, yerin atmosferi tarafından yutulmaktadır. Bu nedenle, ancak bulut kümelerinin çok yukarındaki tabakalara çıkıldığında bunların ölçülmeleri mümkün olur. Bu yüzden, yüksek dağlar üzerindeki teleskoplarda kızılötesi ölçümler yapılabilmektedir. Meselâ, yer yüzünde kızılötesi ışığa duyarlı olan teleskopların en önemlisi, Hawai'de 4200 m yükseklikteki Maunua Kea sönmüş yanardağının zirvesinde yer almaktadır.

Kızılötesi astronomisi 1983'te büyük bir gelişme gösterdi. Bu tarihte, dünya yörüngesine yerleştirilen kısa adı "IRAS" olan Kızılötesi Astronomi Uydusu, görevde olduğu 10 ay içinde uzayda 250 binden fazla kızılötesi ışımaya kaynağı keşfetti.

Uzaydan gelen morötesi ışınlar da yer yüzüne ulaşamazlar ve büyük bölümü, atmosferimizin 20-30

* Prof.Dr., Çukurova Univ. Uzay Bilimleri Arş. Mrke. Adana.
** Y.Müh., TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gebze.

km yükseklerinde bulunan ozon tabakası tarafından yutulurlar. Morötesi ışığa duyarlı olan ilk uydular, 1960'ların sonları ile 1970'li yıllarda ölçümlere başlamıştır. Ancak, yörüngede en uzun süre kalan ve en başarılı morötesi gözlemleri yapan uydular, 1978'de fırlatılan "Uluslararası Morötesi Araştırmacı" (IUE) adı verilen uydudur. Bu uydular, Birleşik Devletler, İngiltere ve Avrupa Uzay Ajansı ESA'nın ortaklaşa gerçekleştirdiği bir projenin ürünüdür. Uydular, ABD'deki merkezin kontrolü dahilinde ve dünya yüzeyinden her zaman aynı uzaklıktaki bir yörüngede hareket etmekte ve halen aktif olarak ölçümler yapılabilmektedir. Çeşitli ülkelerden bilim adamları, IUE uydusunu kullanarak pek çok önemli keşifler yapmışlardır. Ülkemizde de bir grup astronom IUE uydusunu kullanarak çeşitli gözlemler ve yayınlar gerçekleştirmişlerdir.

Gamma ve X ışınları, enerjisi en yüksek olan fotonlardan oluşurlar. Bunlar da, atmosferimiz tarafından 30-40 km yükseklerde bütünüyle yutulmaktadır. Uydulara yerleştirilen özel X ve gamma ışın duyaçları cihazlar yardımıyla algılanabilen bu ışınlar, evrende meydana gelen çok yüksek enerjili olayları inceleyebilmemizi mümkün kılar.

Uzaydan gelen X ışınları, ilk kez 1960'larda balon ve roketlerin içine yerleştirilen duyaçlarla algılanabilmiştir. Genellikle, 1970'ten sonra pek çok ülke, uzayı X ışınları yardımıyla inceleyen uydular fırlatmıştır.

Gamma ışınları ise, büyük oranda çekirdeksele etkileşimlerin bir ürünüdür; bir bölümü ise kozmik ışınların manyetik alanlar, madde ve fotonlarla etkileşimlerinden oluşur. Bunlar, ilk defa 1965'te balonlarla uçurulan duyaçlarla, daha sonra da bir bölümü askeri amaçlı bazı uydular tarafından algılanmıştır. O zamandan beri, uzayda gamma ışınları yayılan çok sayıda gök cisimi belirlenmiştir. Şimdi biliyoruz ki, uzay tüm spektrum boyunca radyasyon yayayan çeşitli özelliklerde kaynak cisimleri ve süreçlerle doludur.

GÖRÜNMEYEN EVREN'DEN GÖRÜNTÜLER

Burada açıklanacak olan gök yüzü haritaları, radyo ışınlarından gamma ışınlarına kadar çeşitli dalga boylarında - gözümüzü o dalga boylarına duyarlı olsaydı - elde edeceğimiz bütün gök yüzüne ait görüntüyü vermektedir. Görüntülerin tümünde, aynı gök koordinat sistemi kullanılmıştır.

İçinde yaşadığımız gökadamız, yüz milyardan fazla yıldız ile toz ve gaz bulutlarından meydana gelmektedir. Gök yüzünde gördüğümüz bütün parlak yıldızların hemen hemen hepsi gökadamızın içinde yer almaktadır ve gökadamız gök yüzündeki en dik kate değer yapıyı -yani Samanyolu'nu- oluşturmaktadır. Bu nedenle "görünmeyen evren"e ait verilerin, gökadamızın simetrisi üzerine kurulu bir koordinat sisteminde görüntülenmesi uygun olmaktadır. Astronomlar, bu sisteme "Samanyolu Koordinat

Sistemi" adını verirler ve Samanyolu'nun hakim olduğu bir çerçevede bir cismin konumunu "galaktik enlem" ve "galaktik boylam" ile kolayca belirlerler.

Samanyolu Koordinat Sistemi'nde görüntü merkezi olarak, Samanyolu merkezi alınır. Güneş'ten merkez yönünde çizilen doğrudan yukarı yönde artan galaktik enlemler, bu doğruya dik yönde + 90 dereceye ulaşır. Aşağıya doğru giderek de, - 90 dereceye (Gökada Güney Kutbu'na) ulaşır. Bu durumda bütün görüntülerde yatay eksen boyunca gökda düzlemi uzanacaktır. Bu düzlem üzerindeki Güneş merkezli bir çember, Samanyolu Merkezi'nden sola doğru artarak üzere, 360 dereceye bölündüğünde gökada boylamları elde edilir. Görüleceği gibi, açıklaması yapılacak haritaların çoğunda en önemli ayrıntılar kendi gökadamızla ilgilidirler. Gökadamızdaki bölgelerin ve gök cisimlerinin özellikleri ise dalga boyuna bağlı olarak değişmektedir. Aslında, görüntülerden herbirinin galaksimizin ve ötesindeki evrenin farklı ve birbirini tamamlayan yönlerinden birine alt ipuçları vermekte olduğunu söyleyebiliriz.

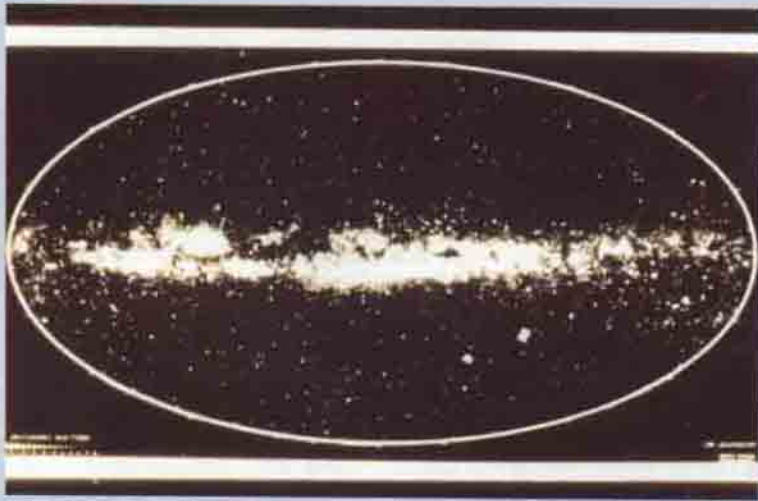
ELEKTROMANYETİK YELPAZENİN BÖLÜMLERİ

Kolaylık açısından, gök bilimciler, elektromanyetik yelpazeyi dalga boylarına göre yarım düzine kadar enerji bandına ayırmışlardır. En uzun dalga boyu ve dolayısıyla en düşük enerjili ışınlar, radyo dalgalarıdır. Bunları, artan enerji miktarına göre sırasıyla mikrodalgalar, kızılötesi ışınlar, görünür ışık, morötesi ışınlar, X ışınları ve gamma ışınları izlerler. Evrenin görüntüsü bölgeden bölgeye önemli değişiklikler gösterir. Bu görüntüler, çok büyük bir bilimcenin çözümü için birbirini tamamlayan ve gerekli parçalar olarak algılanmalıdır. Her bölge için verilen bir veya daha fazla gök yüzü görüntüsü için gerekli açıklamalar aşağıda sunulmaktadır (Bu konuda daha fazla bilgi edinmek için Bilim ve Teknik derginizin Nisan 1991 sayısında çıkan "Çağdaş Astrofizik" ve Mayıs 1991 sayısında çıkan "Kuşbaşı Evren" adlı makalelere bakılabilir).

GÖRÜNTÜLER İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR

Dünyanın atmosferinin, uzaydan gelen radyasyonun önemli bölümünü yuttuğunu biliyoruz. Radyo dalgaları, mikrodalga, bir bölüm kızılötesi ışınlar ve görünür ışık ise, elektromanyetik spektrumun atmosferden geçerek yer yüzüne ulaşabilen kısmını oluştururlar. Böylece, bu dalga boylarında yer yüzünden kolaylıkla gözlem yapabiliriz. Bununla beraber, atmosferdeki hava akımları uzayı görünür ışık bölgesinde incelememizi bir miktar zorlaştırırlar: Bu nedenle yıldızlar, gözümüze yanıp sönmüş gibi görünürler. Bir bölüm kızılötesi ile morötesi, X ışını ve gamma ışınlarında ise, atmosferimiz geçirgen değildir. Bu bölgelerde kaliteli görüntüler elde etmek için, duyaçlarımızın roket, balon veya uydularla uzaya, atmosfer dışına yerleştirilmesi gerekmektedir.

Görünür Evren: Sağ alt yarıda, Büyük ve Küçük Magellan Bulutları kolayca farkedilmektedir.



1- Optik Dalga Boylarında Uzay: (Görünür Evren)

Uzayı görünür ışık bölgesinde incelediğimizde, içinde yaşadığımız Samanyolu gökadamız, ışıklı bir band şeklinde gözlerimizin önüne serilir. Samanyolu'na eğer dışarıdan bakabilseydik, onu bir araba tekerleğine benzetebiliriz ve merkezden dışa doğru sarmal kollar şeklinde dağılan yoğun yıldız kümelelerini ve soğurucu gaz bulutlarını görebilirdik.

Samanyolu'nun görülebilen kısmı yaklaşık olarak 100 bin ışık yılı çapındadır. Güneşimizin, gökada merkezinden yaklaşık 25 bin ışık yılı uzaklıktaki sarmal bir kol içinde olması nedeniyle, gök yüzünde gördüğümüz manzara epey karmaşıktır. Bir kaç yüz ışık yılı yakınımdaki toplam 5 bin kadar yıldız, dünyanın çeşitli bölgelerinden rahatlıkla izlenebilmekte; buna karşılık Samanyolu içindeki toz ve gaz bulutları, daha uzaktaki ve özellikle Samanyolu merkezi yönündeki yıldızların yaydığı ışığın bize ulaşmasını engellemektedirler. Bu nedenle pek çok gök cismini ya çok sönük olarak algılarız ya da hiç göremeyiz.

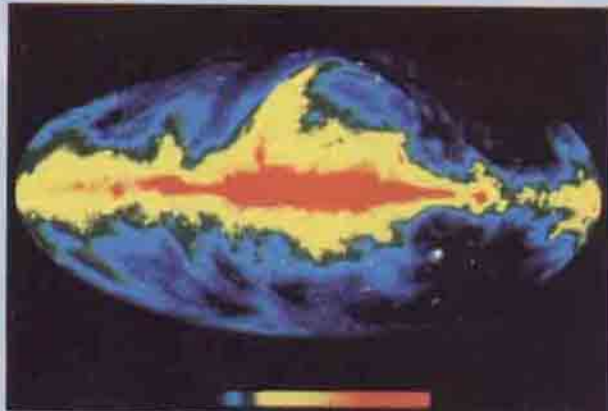
Samanyolu gökadamızın görünür ışık bölgesinde gösteren bu harita, Lund Gözlemevi araştırmacılarından Martin ve Tatjana Keskula tarafından hazırlanmıştır. Gökada merkezi, şeklin tam ortasında yer almakta; ancak, merkezin kendisi, aramızdaki toz ve gaz bulutları nedeni ile görüşümüz dışında kalmaktadır. Gökada düzlemi ise, yatay ekseninde ışıklı bir band şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bandın koyu ve karanlık olduğu bölgeler, görüşümüzü engelleyen kalın toz bulutu tabakalarına karşılık gelmektedir. Gökada merkezinin sağında aşağı orta bölgede bulunan genişçe ışıklı bölgeler, "Büyük ve Küçük Magellan Bulutları" adlı iki adet komşu gökadamıdır. Bu gökadamılar Samanyolu'nun uyduları olup, yer yüzünde yalnızca güney

yarım küreden gözlenebilmektedir. Bunların varlığını 1522'de keşfedenler, ünlü denizci Magellan ve tayfaları olduğundan, kendilerine bu isimler verilmiştir. Bunların dünyamıza olan uzaklıkları 170 bin ışık yılı civarındadır.

Dikkatle bakılırsa, resmin sol alt bölümünde, yaklaşık -20 derece boylam civarında aşağıya doğru uzanan (gözle seçilmesi güç) bir ışık parçası görülür. Burası, en büyük komşu gökada olan Andromeda gökadasıdır. Bu gökadanın Samanyolu ile aynı boyutlarda olduğu ve bizden yaklaşık 2 milyon ışık yılı uzaklıkta bulunduğu hesaplanmaktadır.

2- Radyo Dalgaları Uzayı

Bu resim, gök yüzünün 73 cm boyundaki (veya 408 MHz frekansa sahip) radyo dalgalarında elde edilen görüntüsüdür. Resimdeki renkler, radyo dalgalarının şiddetini belirtmektedir. Mavi renk en düşük şiddete karşılık gelirken, kırmızı renk en yüksek şiddette (en parlak) radyo ışıması demektir. Haritada görülebilen en ince ayrıntı, uzayda 2 derecelik bir açıya karşılık gelir.



Radyo Dalgaları Uzayı.

Gökada düzlemi, bu haritanın ortasında kırmızı-sarı yoğunluklu yatay bir band şeklinde yer almaktadır. Radyo ışınlarının galaksi düzlemindeki oluşum mekanizması, "sinkrotron ışınması" veya "manyetik frenleme" denen bir olaya dayanır. Bu olayda, çok yüksek hızlardaki kozmik elektronlar gökada içinde hareket ederken, ortamdaki manyetik alanlar tarafından saptırılır ve radyo ışınması yaparlar. Ayrıca, elektronlar herhangi bir nedenle yavaşlatılır ya da bir cisme çarparlarsa (yani ivmelendirilirse) yine radyo dalgaları yayabilirler. Galaksi düzleminin ötesinden de bol miktarda radyo ışınları algılanmaktadır. Meselâ, gök yüzündeki en şiddetli radyo ışınma bölgelerinden biri "Kuzey Uzantısı" (North-Polar Spur) denilen, çok yakın bir yapı olup, bizden yaklaşık 500 ışık yılı uzaklıktadır. Gök yüzünde 30 derece büyüklüğünde yay şeklinde (resimde yukarı doğru uzanan, sarı renkli) bir alan kaplayan bu yapının, yaklaşık 300 bin yıl kadar önce oluşmuş bir yıldız patlaması sonrasında meydana geldiği sanılmaktadır. Bu tür patlamalarda, yıldızın büyük bir bölümü uzaya fırlatılmakta ve bu sırada büyük miktarlarda enerji, spektrumun geniş bir bölgesinde elektromanyetik ışına olarak açığa çıkmaktadır.

Bunların dışında Samanyolu ötesinde de, diğer gökadalara ve kuazarlara gibi bazı gök cisimlerinin de önemli miktarlarda radyo ışınması yaptığı bilinmektedir. Ancak, bu görüntüde bunların çok azı seçilebilmektedir. Sağ alt bölümdeki Büyük Magellan Bulutu, kuzey kutba en yakın sarı/kırmızı nokta olarak gö-

rünen M87 radyo gökadası bu arada sayılabilir. Haritada, radyo dalgalarında ışık yayan diğer kaynaklar da seçilebilirler.

Burada verilen uzay radyo-haritası, dünyanın çeşitli yerlerindeki radyo gözlemlerinde gerçekleştirilen 15 yıllık gözlemlerin birleştirilmesinden oluşturulmuştur.

3- 21 Cm Dalga Boyundaki Radyo Uzayı

Hidrojen, evrende en bol miktarda bulunan en basit yapı atomdur. Hidrojen atomu, çekirdeğinde yer alan bir proton ile, onu çevreleyen bir elektrondan meydana gelir. Yıldızların iç kısımlarında sıcaklık çok yüksek olduğu için, buralarda elektronlar, protonları kolaylıkla terk ederler. Bu tür atomlara iyonlaşmış hidrojen adı verilir. Yıldızlararası ortamda ise, hidrojen genel olarak yüksüz durumdadır ve nötr hidrojen olarak adlandırılır.

Proton etrafındaki hareketi sırasında, hidrojen elektronu bazı yönlerden, yörüngesinde hareket eden bir gezegeni andırır. Elektronun kendi eksenine çevresindeki dönüş hareketi -ki buna "spin" diyoruz- protonun dönüş yönüne paralel veya ters yönde olabilir. Birinci durum, ikincisinden daha fazla enerji gerektirir. Soğuk bir gökadedeki yıldızlararası ortamda bütün hidrojen atomları en düşük enerji seviyesinde bulunmak eğilimindedirler. Bu nedenle elektronlar, protonları ile ters yönde spin hareketini tercih ederler. Fakat, atomlar sık sık çarpışarak elek-

21 cm Dalga Boyundaki Radyo Uzayı.



tronla protonu aynı yönde dönme hareketi yapmaya zorlayabilirler. Ancak, bu kararsız bir durumdur ve sonunda elektron, çarpışmadan kazandığı enerjiyi geri vererek, tekrar kararlı bir durum olan protonla ters yönde hareket etme konumuna döner. Bu olayda açığa çıkan enerji, radyo dalgaları olarak yayılır. Bu dalgaların boyu 21 cm'dir. Bu dalga boyunda ölçümler yapan radyo astronomlar, gökadamızdaki yüksüz hidrojenin dağılımını bulabilmektedirler.

Burada, galaksimizdeki kütlelerin yaklaşık %10'unu oluşturan yıldızlararası nötr hidrojenin dağılımı gösterilmiştir. Görüntümüzdeki renkler, hidrojenin değişik miktarlarına karşılık gelmekte olup, siyah ve koyu mavi renkler küçük miktarları; kırmızı ve beyaz ise giderek artan hidrojen miktarlarını göstermektedir. Görüldüğü gibi, nötr hidrojenin en yoğun olduğu yer, galaksimizin düzleimidir. Düzlemin alt ve üst bölgelerinde hidrojen, "Kuzey Uzantısı"nı takip ederek ince bir yay görünümü veren bir dağılım gösterir. Güneş'e yakın bir yapı olarak tanımlanan şeklin, aynı zamanda Güneş civarındaki gökada manyetik alanlarının yönüne işaret ettiği anlaşılmaktadır.

21 cm dalga boyunda yapılan çalışmalar, galaksinin yapısının anlaşılması açısından önemlidirler. Eğer yüksüz hidrojen atomları Dünya'ya göre hareketli olarak duruyorsa, bunların yaydığı radyo dalga boyları Dünya'dakinin aynı olacaktır. Fakat atomlar bize göre hareketli iseler, ışınan radyo dalgalarının boylarında değişiklikler, bilimsel deyim ile

"Doppler kaymaları" gözlenecektir. Buna uygun olarak, bize doğru olan hareketlerde radyo dalgalarının boyları kısalırken, ters yöndeki hareketlerde dalga boyları uzar. Galaksimizi oluşturan maddenin, Galaksi merkezine göre farklı uzaklıklarda farklı hızlarda hareket ettiği belirlenmiştir. Bu nedenle, hidrojenin spin değişimine karşılık gelen 21 cm'lik ışımının dalga boyları, galaksinin her konumunda farklı miktarlarda olacaktır. Astronomlar, bu değişmiş dalga boylarındaki radyasyon miktarlarını ölçerek, galaksinin çevresindeki nötr hidrojen gazı yoğunluğunun değişimini ve böylelikle de Samanyolu'nun sarmal kollarının yerlerini belirleyebilmektedirler.

5- Mikrodalgalarda Uzay

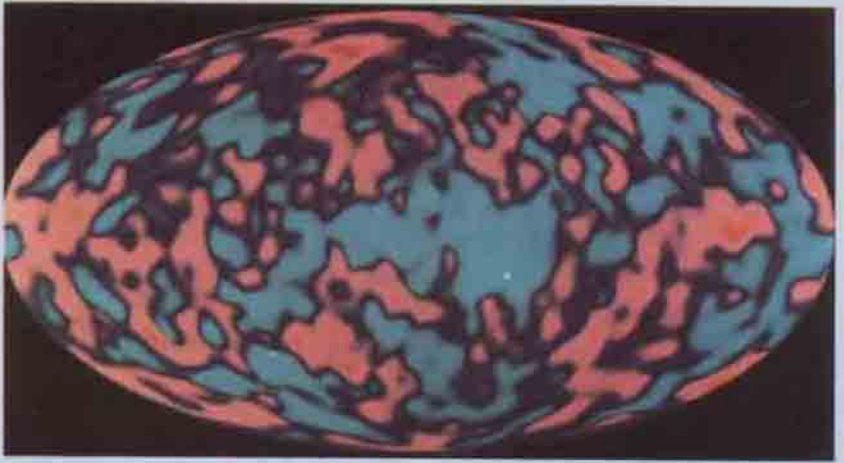
1964 baharında, Amerikan Bell Laboratuvarı elemanlarından Arno Penzias ve Robert Wilson, horn (boru) türü bir radyo anteni ile uydu haberleşmeleri konusunda çalışmalar yaparken, giderilemeyen önemli bir mikrodalga bölgesi gürültüsü ile karşılaştilar. Bu ışımın, horn antenin her konumunda aynı miktarda ve şiddette olduğu (hayretle) gözlenmişti. Sanki, bütün evren, 2.7 derece Kelvin sıcaklıktaki bir radyasyon ile sarmalanmıştı.

Penzias ve Wilson'ın karşılaştıkları bu olaydan önce, bir bölüm fizikçi ve astronom, bu tür evrensel boyutlu bir radyasyonun varlığının gereğini, teorik olarak tartışmaktaydılar. Bilim adamlarının hesaplarına göre, 15-20 milyar yıl önceki Büyük Patlama (Big



Mikrodalgalarda Uzay.

NASA'nın COBE Uydusu ölçümlerine göre 2.7 °K ışımasındaki sıcaklık farklarının gök yüzündeki dağılımı. Mavi renkler daha soğuk, kırmızı ve sarı renkler daha sıcak bölgeleri göstermektedir.



Bang)'dan sonra, evren çok sıcaktı ve birim hacimdeki enerji miktarı çok yüksekti. Evrenin boyutları da bugünkü kadar geniş değildi.

Büyük Patlama'dan yaklaşık yarım milyon yıl kadar sonra, evrenin oldukça soğuduğu ve sıcaklığının yaklaşık 4000 derece Kelvine düştüğü hesaplanmaktadır. Böylece elektron ve protonların bir araya gelerek hidrojen ve helyum gibi atomları meydana getirmeleri mümkün olmuş ve evren elektromanyetik dalgalara geçirgen hale gelmiştir. İşte bu zamanda açığa çıkan elektromanyetik ışınlarının günümüze kadar ulaştığı sanılmaktadır. Evrenin genişlemesi ve soğuması, bu radyasyonun başlangıçta 4000 °K'ne karşılık gelen dalga boylarının giderek uzamasına neden olmuştur. Yani, Penzias ve Wilson'ın keşiftikleri ve 2.7 derece Kelvin sıcaklıktaki bir gazdan gelyormuşçasına ölçtükleri düşük enerjili radyo dalgaları, evren 500 bin yıl yaşındayken, herşeyin içinde olduğu radyasyon banyosunun bize ulaşan bölümü olmalıdır. Bu büyük keşiften sonra, astronomlar, bu radyo dalgalarını inceleyerek söz konusu radyasyonun uzay dağılımını haritaya geçirmişlerdir. Uzaydaki bu radyasyon dağılımı, bize atomların ilk kez oluştuğu zamanki maddenin uzaydaki dağılımı hakkında ipuçları vermektedir. Bu radyasyonu ölçerek, sonuçlarını evrenin oluşumu konusunda ortaya atılan teorilerle karşılaştırmak, bilim adamlarını epeydir meşgul eden çalışmalara kaynaklık etmiştir ve etmektedir.

Princeton Üniversitesi'nden David Wilkinson'un hazırladığı Resim 4a'daki görüntü, uzayın 24.5 GHz'de (12 mm'lik dalga boyunda) elde edilmiş resmidir. Spektrumun bu bölümünde yer alan dalgalara "mikrodalga" adı verilmiştir. Bunların dalga boyu, günlük yaşamımızın bir parçası olan radyolarda kullanılan dalgalara göre çok küçüktür. Resimdeki mavi, sarı, kırmızı ve beyaz renkler, giderek artan sıcaklık bölgelerine karşılık gelmektedir.

Görüldüğü gibi (sol orta bölümde, mavi içindeki sarı-beyaz bölgelerin işaret ettiği gibi), gökada düzleminde, bu dalga boylarında göze çarpan bir fazla-

lık vardır. Ayrıca, diğer dalga boylarındaki ölçümlerden farklı olarak, radyasyonun genel dağılımı gökada düzlemine göre bakışimsızlık (asimetri) göstermektedir. Üst sağ ve alt sol bölümler arasında en yüksek değere ulaşan bu bakışimsızlık, Dünya'nın (gerçekte, Samanyolu'nun yerel gökadalar topluluğu ve evren içindeki hareketine işaret etmektedir. Yani Dünya ve Güneş, Samanyolu ile birlikte, bütün evrenin durağan gözlem çerçevesi sayılabilecek olan mikrodalga ardaalan foton banyosuna göre Hydra (Su yılanı) takım yıldızının yakınındaki bir bölgeye doğru saniyede 600 km'lik bir hızla hareket etmektedir! Bu harekete, oluşum nedeni henüz tam olarak açıklanamayan bazı kütle-çekimsel (gravitasyonel) kuvvetlerin neden olduğu sanılmaktadır. Dünyamızın hareketi sırasında yaklaştığı yöndeki ardaalan (background) radyasyonu, Doppler Kayması etkisiyle daha kısa dalga boylarına kaymış gibi görünür. Kısa dalgalar daha yüksek enerji taşıdığı için, uzayın bu bölümü bize daha "sıcak" (resimde sarı) görünecektir. Benzer şekilde, uzayın giderek uzaklaştığımız diğer bölümü, dalga boyları uzadığı için biraz daha "soğuk" (resimde mavi) olarak algılanmaktadır. Ancak, bu iki yön arasındaki sıcaklık farkı 0.01 derece Kelvin'den daha azdır! Bu da bize, duyaçlarımızın ulaştığı hassasiyet konusunda fikir vermektedir.

Mikrodalga bölgesinde gerçekleştirilen ölçümlerin en yenisi ve en duyarlısı ise, NASA'nın COBE (Cosmic Background Explorer) uydusu tarafından 1991-1992'de gerçekleştirildi. Bu yılın Nisan ayında yapılan geniş kapsamlı açıklamalar, Büyük Patlama'dan bugüne ulaşan kozmik mikrodalga foton banyosunun, sıcaklığı 2.735 °K olan bir kara cismin ışımasına eşdeğer olduğunu ve radyasyonun yüzbinde üç mertebesinde yünden bağımsızlığını gösterdi. Resim 4b'de, Cobe tarafından yapılan uzay taraması sonucunda gözlenen, sıcaklık farklarına sahip uzay bölgelerini, bir bölümü 4a'da ve yukarıda açıklanan bütün yerel hareketler, etkiler ve kaynaklar çıkartıldıktan sonra görülmektedir.

(Devam edecek..)